

also nicht merklich von der der Milchstraße ab. Dasselbe kann man sagen von den 6 anderen Gruppen zusammengekommen, so daß der Pol der Milchstraße auch als mittlerer Pol der von den besonderen Objekten bevorzugten Ebenen angenommen werden kann.

Bemerkenswert ist, daß die Heliumsterne und die Sterne des Typus V nicht gleichmäßig auf alle galaktischen Längen verteilt sind, sondern sich nach der einen Seite der Milchstraße hin konzentrieren. Sucht man die galaktische Länge  $l_0$ , für welche  $\Sigma \sin^2 \frac{1}{2} (l_0 - l)$  ein Minimum wird, so findet man  $\operatorname{tg} l_0 = \Sigma \sin l / \Sigma \cos l$ . Diese Berechnung ergibt für die Heliumsterne  $l = 248^\circ$  und für die Sterne des Typus V  $l_0 = 305^\circ$ . Die Sterne der beiden genannten Klassen stehen also bei den galaktischen Längen bzw.  $248^\circ$  und  $305^\circ$  am dichtesten und bei  $68^\circ$  und  $125^\circ$  am dünnsten, welche Längen angenähert mit den oben angedeuteten Knotenlängen  $100^\circ$ ,  $280^\circ$  zusammenfallen. Von den Heliumsternen liegen 72% innerhalb der Längen  $248^\circ \pm 90^\circ$  und von den Sternen des Typus V 69% innerhalb der Längen  $305^\circ \pm 90^\circ$ . In Gruppen von je  $20^\circ$  galaktischer Länge verteilen sich 1419 Heliumsterne wie folgt (erste Gruppe  $l = 359.5$  bis  $l = 9.5$  umfassend u. s. w.) 31, 52, 49, 37, 40, 38, 51, 53, 122, 63, 122, 134, 148, 115, 116, 110, 92 und 46.

Es ist wert hinzuzufügen, daß die kugelförmigen Sternhaufen nach *Hinks* (M. N. 71, 693; 1911) fast ausschließlich in der einen Hälfte des Himmels liegen, ohne eine sehr starke Bevorzugung der Milchstraße zu zeigen. Der von *Hinks* gezeichnete größte Kreis, welcher diese Objekte am

Potsdam, 1912 Mai 28.

besten umschließt, hat seinen Pol etwa bei  $\alpha = 260^\circ$ ,  $\delta = -52^\circ$ . Um aus demselben Material den Konzentrationspunkt der kugelförmigen Sternhaufen zu finden, habe ich folgende Berechnung ausgeführt.

Es sei die Position  $S$  einer Anzahl von Sternen durch  $\alpha$  und  $\delta$  gegeben. Es soll der Punkt  $V$  am Himmel gesucht werden, für welchen  $\Sigma \sin^2 \frac{1}{2} VS$  ein Minimum oder, was auf dasselbe herauskommt,  $\Sigma (1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} VS) = \Sigma \cos VS$  ein Maximum wird.

Man hat, wenn  $\alpha_0$  und  $\delta_0$  die gesuchten Koordinaten von  $V$  sind,

$$\cos VS = \sin \delta_0 \sin \delta + \cos \delta_0 \cos \delta \cos (\alpha - \alpha_0)$$

oder:  $\sin \delta_0 \Sigma \sin \delta + \cos \delta_0 \Sigma \cos \delta \cos (\alpha - \alpha_0) = \text{Maximum}$   
woraus:

$$d \Sigma \cos VS / d \delta_0 = \cos \delta_0 \Sigma \sin \delta - \sin \delta_0 (\cos \alpha_0 \Sigma \cos \delta \cos \alpha + \sin \alpha_0 \Sigma \cos \delta \sin \alpha) = 0 \quad (1)$$

und:

$$d \Sigma \cos VS / d \alpha_0 = -\sin \alpha_0 \cos \delta_0 \Sigma \cos \delta \cos \alpha + \cos \alpha_0 \cos \delta_0 \Sigma \cos \delta \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

$$\text{oder: } \operatorname{tg} \alpha_0 = \Sigma \cos \delta \sin \alpha / \Sigma \cos \delta \cos \alpha. \quad (3)$$

Das aus (3) berechnete  $\alpha_0$  wird in (1) eingesetzt, und daraus  $\delta_0$  abgeleitet. Für 65 kugelförmige Sternhaufen finde ich in dieser Weise die Koordinaten des Konzentrationspunktes zu  $\alpha = 265.0$ ,  $\delta = -52.7$  (1900) oder  $l = 307^\circ$ ,  $b = -14^\circ$ . Auch diese Objekte häufen sich also in derselben Gegend des Himmels wie die Heliumsterne und Sterne des Typus V. Es liegt deshalb nahe, eine Verdichtung in unserm Sternsystem in dieser Richtung, d. h. in der südlichsten Gegend der Milchstraße zu suchen.

E. Hertzsprung.

## Radium and the Chromosphere. By S. A. Mitchell.

So much interest has been aroused by the article in A. N. 4582 in which Dr. *Giebel* and Prof. *Küstner* point out the remarkable coincidences between the lines in the spectrum of Nova Geminorum 2 and those in radium, radium emanation and uranium, that a further note may not be amiss. In A. N. 4589, Prof. *Dyson* makes a comparison with the chromosphere lines obtained by him from observations of the eclipses of 1900, 1901 and 1905, and with the chromosphere lines obtained by Sir *Norman Lockyer* at the eclipse of 1898, and draws the following conclusion, »It seems to me that these lines in the chromosphere may reasonably be attributed wholly or partially to radium«.

At the eclipse of 1905, while a member of the United States Naval Observatory expedition at Daroca, Spain, I was fortunate in getting photographs of the »Flash Spectrum« by means of a Rowland grating ruled on a parabolic surface,

and used as an objective grating without slit. Excellent definition, with normal spectrum having a dispersion of 1 mm = 10 Å. U., permitted the determination of wave-lengths whose errors are but a few hundredths of an Ångström unit. A comparison with my wave-lengths (soon to be published) will supplement *Dyson's* results in A. N. 4589.

The chromosphere spectrum was first compared with the spectrum of radium as given in the 1912 edition of *Exner* and *Haschek*, where the wave-lengths are in substantial agreement with those of *Runge* and *Precht*. The intensities in the arc and spark are added. The probable origins of the eclipse lines are given where the intensity in the sun is taken from *Rowland's* tables, and the intensities in arc and spark from *Exner* and *Haschek*, except the *Ti*-line at 3814.70 which is taken from *Lockyer's* list of enhanced lines.

Radium Spectrum <i>Exner</i> and <i>Haschek</i>				Chromosphere Spectrum				Probable Origin of Chromosphere Lines				
Line	Wave-Length	Intensities		<i>Mitchell</i>		<i>Dyson</i>		<i>Rowland</i>	Element	Intensities		
		Arc	Spark	Wave-Length	Int.	Wave-Length	Int.			Sun	Arc	Spark
1	3649.74	3	3	3649.70	0	3649.66	1	3649.65	<i>Fe, La</i>	5	{ <i>Fe</i> 3 <i>La</i> 2	3 1
2	3814.61	50	50	3814.67	3	3814.67	6	3814.70	<i>Ti-Fe</i>	8	{ <i>Ti</i> 2 <i>Fe</i> 2	5 1
3	4340.82	20	5	4340.63	75	<i>H<sub>γ</sub></i>	100	4340.63	<i>H<sub>γ</sub></i>	20	—	—

Radium Spectrum <i>Exner and Haschek</i>				Chromosphere Spectrum				Probable Origin of Chromosphere Lines				
Line	Wave-Length	Intensities		<i>Mitchell</i>		<i>Dyson</i>		<i>Rowland</i>	Element	Intensities		
		Arc	Spark	Wave-Length	Int.	Wave-Length	Int.			Sun	Arc	Spark
4	4436.50	5	1	4436.35	2	—	—	4436.31	<i>V, Gd</i>	0	$\begin{cases} V & 5 \\ Gd & 4 \end{cases}$	$\begin{matrix} 5 \\ 10 \end{matrix}$
5	4533.35	10	3	4533.34	2d	—	—	4533.32	<i>Ti</i> —	5	20	5
6	4641.48	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	4682.41	100	50	$\begin{cases} 4682.12 \\ 4682.58 \end{cases}$	$\begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix}$	4682.20	2	$\begin{cases} 4682.09 \\ 4682.53 \end{cases}$	$\begin{matrix} Ti \\ Y-Co \end{matrix}$	$\begin{matrix} 3 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{cases} 10 \\ Y & 4 \\ Co & 10 \end{cases}$	$\begin{matrix} 6 \\ 10 \\ 4 \end{matrix}$
8	4699.47	5	1	4699.52	1	—	—	4699.51	<i>V, Sa</i>	4	$\begin{cases} V & 2 \\ Sa & 3 \end{cases}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$
9	4826.10	30	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Concerning the coincidences the following may be said:

1. This line may reasonably be identified with the line at 3649.65 due to *Fe* and *La*. The intensity in the sun is 5.

2. Identified with a blended line in the sun, intensity 8, of *Fe* and enhanced *Ti*.

3. Would be covered by *H<sub>γ</sub>*.

4. The line 4436.50 differs too much in wave-length from 4436.35 to be due to the same origin. Chromosphere line erroneously identified by *Lockyer* as *Mn*-line at 4436.52.

5. A close double in the flash spectrum identified with a blended line in the sun. This line not found in *Dyson*.

6. 4641.48 of the same intensity in the radium arc as 4436.50. Is not found in my spectra nor in *Dyson*'s.

7. The strongest line in the radium spectrum falls between two lines in the chromosphere, the first fully identified as a *Ti*-line, the second as a combination of *Co* and enhanced *Y*.

8. Of the same intensity in arc spectrum of radium as lines 4 and 6. The line in the chromosphere fully identified.

9. The third strongest line in the radium spectrum. If it is present in the chromosphere, it must be very faint. The neighboring lines are at 4825.65 and 4827.07.

It is unfortunate that there are so many coincidences with lines already satisfactorily identified from other sources. Contrary to the opinion of *Dyson*, I see no reason for ascribing any of the above lines of the chromosphere to radium.

Radium Emanation <i>Royds</i>			Chromosphere Spectrum				Probable Origin of Chromosphere Lines				
Line	Wave-Length	Int.	<i>Mitchell</i>		<i>Dyson</i>		<i>Rowland</i>	Element	Intensities		
			Wave-Length	Int.	Wave-Length	Int.			Sun	Arc	Spark
1	3612.76	3	3612.86	1	3612.65	0	3612.88	<i>Ni</i>	6	6	3
2	3664.96	5	3664.80	2	3664.78	3	3664.76	<i>Y</i>	2	20	20
3	3957.30	8	3957.19	0	—	—	3957.18	<i>Ca</i>	7	10	2
4	3971.71	8	$\begin{cases} 3971.70 \\ 3972.03 \end{cases}$	$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	—	—	—	—	—	—	—
5	3981.73	15	3981.95	2	3981.87	2	3981.92	<i>Eu-Gd</i>	1	$\begin{cases} Eu & 50 \\ Gd & 4 \end{cases}$	$\begin{matrix} 50 \\ 3 \end{matrix}$
6	4017.90	6	4017.95	0	4017.72	1	4017.92	<i>Ti</i>	4	15	3
7	4114.71	6	4114.73	3	—	—	4114.77	<i>Fe, V</i>	6	$\begin{cases} Fe & 2 \\ V & 2 \end{cases}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$
8	4166.59	20	$\begin{cases} 4166.16 \\ 4167.00 \end{cases}$	$\begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}$	4166.93	0	$\begin{matrix} 4166.16 \\ 4167.04 \end{matrix}$	$\begin{matrix} Ba \\ Ce \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 00 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 10 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 100 \\ 5 \end{matrix}$
9	4203.29	10	4203.15	3	4203.35	1	4203.10	<i>Ce, Sa</i>	0	$\begin{cases} Ce & 5 \\ Sa & 10 \end{cases}$	$\begin{matrix} 5 \\ 6 \end{matrix}$
10	4349.81	15	4349.90	1	4350.00	0	4349.97	<i>Ti, Ce</i>	00	$\begin{cases} Ti & — \\ Ce & 4 \end{cases}$	$\begin{matrix} 2 \\ 6 \end{matrix}$
11	4508.67	7	4508.49	8	4508.46	3	4508.46	<i>Fe</i>	4	—	5
12	4577.77	8	4577.82	1	4577.56	0	4577.86	<i>Sa</i>	00	10	5
13	4604.46	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	4609.40	10	4609.43	1	4609.71	0	4609.45	<i>Nh</i>	0	4	2
15	4625.58	15	4625.20	2	$\begin{cases} 4624.90 \\ 4626.58 \end{cases}$	$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	4625.23	<i>Fe</i>	5	3	1
16	4644.29	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	4680.92	10	4680.89	0	—	—	4680.93	<i>Nd</i>	00	3	3

A similar comparison was made between my photographs of the chromosphere spectrum and that of radium emanation as given by *Royds*. The comparisons are given in the above table. The differences in wave-length between chromosphere and radium emanation are much greater than those between chromosphere and radium. Of the 17 lines, the following may be said:

The differences in the wave-lengths of lines 1, 2, 3, 5, 9, 11 and 15 are too great to permit one to ascribe the chromosphere lines wholly or in part to radium emanation. At 3971.70 in the chromosphere, there is a close agreement with line 3971.71 in emanation. The strongest line in emanation, 8 at 4166.59, if present, should be found visible between the two chromosphere lines at 4166.16 and 4167.00. The absence of this line, and the absence of the next strongest lines, 15 and 16 at 4625.58 and 4644.29, force me to the conclusion that there is no evidence for believing that the lines of radium emanation are in the chromosphere.

A comparison also made between the uranium spec-

trum of *Exner* and *Haschek* and the flash spectrum led to results similar to those obtained with radium and radium emanation.

As everyone knows, the apparent coincidences between the wave-lengths of two spectra have many times in the history of spectroscopy led to false identifications, and especially is this true when one spectrum taken with small dispersion is compared with one on a greater scale. On account of the great atomic weight of uranium, 238, there would be around the sun a dense low-lying stratum of vapor, the lines from which we would not expect to find in eclipse spectra except as very faint short lines. Radium has an atomic weight, 226, almost as great as uranium, and similar conclusions may be drawn. If we do not find lines of radium or uranium in the sun, we would not expect to find them in the spectra of Novae. Hence, it appears to me, we must wait for better photographs with greater dispersion than those obtained by Dr. *Giebler* on Nova Geminorum 2 before concluding that radium or uranium lines are present in Novae.

Yerkes Observatory, August 9, 1912.

S. A. Mitchell.

### Photographische Größen von 96 Polsternen.

Prof. *E. C. Pickering* teilt im Harvard Circular 170 die Resultate der im wesentlichen durch Miss *Leavitt* ausgeführten Untersuchungen zur Bestimmung einer absoluten photographischen Größenskala mit. Die Anzahl der ausgewählten in der Umgebung des Nordpols liegenden Standard-Sterne ist auf 96 vermehrt. Die Sterne sind in drei Gruppen geteilt: 1) Nord-Polar-Größenfolge, 2) Nord-Polar-Größenfolge roter Sterne, 3) Nord-Polar-Zusatzsterne. Die Gruppe 1) enthält, soweit die Farben bekannt sind, nur weiße Sterne. Die Sterne heller als 11<sup>m</sup>3 dieser Gruppe gehören bis auf einen der Spektralklasse A an, und für die schwächeren Sterne bis 15<sup>m</sup> ergab sich durch Aufnahmen auf isochromatischen Platten mit Gelbfilter, daß sie relativ weiß seien. Für die Messungen der Standard-Sterne wurden über 300 Aufnahmen mit 13 verschiedenen Instrumenten benutzt, deren Grenzgrößen bei gegebener Expositionszeit folgende waren:

Instrument	Öfn.	Exp.	Grenze
Ross Zeiß	0.5 in.	60 <sup>m</sup>	9 <sup>m</sup> 7
Cooke Anastigmat	1	60	11.5
Cooke Anastigmat	4	10	12.4
»	»	60	13.3
Bache Doublet	8	—	—
Draper Doublet	8	10	13.8
»	»	60	15.0
Draper Telescope	11	10	14.4
»	»	60	15.6
Metcalf Doublet	12	60	16.8
Boyden Telescope	13	—	—
Metcalf Doublet	16	10	15.0
»	»	60	16.5
Reflector	24	60	16.5
Yerkes Reflector	24	45	17.7
Crossley Reflector	36	60	18.9
Mt. Wilson Reflektor	60	40	19.1
»	»	240	21.0

Zur Bestimmung der absoluten Größen wurden 6 Methoden angewandt: 1) Aufnahmen mit dem Harv. Ann. 59.41 beschriebenen »Out of Focus«-Apparat; 2) Aufnahmen mit zwei vor der empfindlichen Schicht eingeschalteten Kalkspat-Platten, deren gegenseitige Stellung die relative Helligkeit der beiden Paare von Bildern bestimmt; 3) Zwei Aufnahmen gleicher Dauer auf derselben Platte mit und ohne Objektivgitter; 4) Drei Aufnahmen gleicher Dauer auf derselben Platte mit vollem Objektiv und mit aufeinander folgender Bedeckung je einer der beiden Hälften des Objektivs; 5) Nebenbilder, erzeugt durch ein am Objektiv des 8 inch Draper Doublet angebrachtes Prisma von sehr kleinem Winkel, welches etwa  $\frac{1}{100}$  des Lichtes ablenkte; 6) Zwei Aufnahmen gleicher Dauer auf derselben Platte mit und ohne Objektivdiaphragma. Nach diesen Methoden wurde für etwa 80 Platten einzeln eine absolute Größenskala abgeleitet unter Anschluß an die photometrische Größe der auf der betreffenden Platte gemessenen Sterne der Gruppe 1. Dann wurden die Platten in 20 Gruppen mit je 3 bis 7 nach derselben Methode erhaltenen Platten geordnet, das Mittel für jeden Stern in jeder Gruppe gebildet und das Mittel der so erhaltenen Größen gebildet. Die mittlere Abweichung einer einzelnen Gruppe vom Mittel war bei 70 Sternen  $\pm 0^m 091$ . Die 26 übrigen Sterne, die alle < 18<sup>m</sup> sind, waren nur auf einer kleinen Zahl von Platten gemessen. Für 48 Sterne > 14<sup>m</sup>9 war die mittlere Abweichung  $\pm 0^m 070$ . Die zufälligen Fehler der angenommenen Größen wurden durch Hinzunahme von mehr als 200 weiteren Platten außerordentlich klein gemacht. Die Resultate sind in den folgenden Tabellen enthalten.

#### I. Nord-Polar-Größenfolge.

Bez.	BD	$\alpha$ 1900.0	$\delta$ 1900.0	Größe		Diff.	Spk.
				Phmtr.	Phgr.		
1	+86°269	18 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 6	+86°36'8	4 <sup>m</sup> 44	4 <sup>m</sup> 47	+0 <sup>m</sup> 03	A 1
2	+85 383	22 21.3	+85 36.3	5.38	5.24	-0.14	A 0